

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Seminarski rad iz
Biološke antropologije

KRVNE GRUPE

BLOOD TYPES

Seminar izradila : Matea Brižić
Preddiplomski studij biologije
(Undergraduate Study of Biology)
Mentori : akademik Pavao Rudan

Mr.sc. Vanda Pribačić Ambrožić

Zagreb, 2011.g.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. K R V	2
2.1. KRVNE GRUPE	2
2.2. ABO KRVNA GRUPA.....	3
2.3. RHESUS KRVNA GRUPA.....	4
3. ULOGA I VAŽNOST KRVNIH GRUPA	8
4. EVOLUCIJSKI RAZVOJ KRVNIH GRUPA	10
5. RASPROSTRANJENOST KRVNIH GRUPA	11
6. LITERATURA.....	13
7. SAŽETAK.....	14
8. SUMMARY	15

1. UVOD

Za predmetnost ovog seminara ljudi su se počeli zanimati davno u prošlosti. Iako su razlike u krvi ljudi dobro opisane i klasificirane tek u 20. stoljeću, njihova tematika zanimala je liječnike već u 17. stoljeću. Prva značajnija istraživanja transfuzije krvi došla su nakon što je William Harveev otkrio kruženje krvi u čovjekovom tijelu. Tada je izvedeno niz uspješnih pokušaja transfuzije krvi među životinjama, dok su pokušaji na ljudima i dalje imali pogubne posljedice. Prva uspješna dokumentirana transfuzija izvedena je 15. lipnja 1667. godine pod vodstvom doktora Jeana Baptista Denysa, koji je izveo transfuziju krvi u krvnožilni sustav petnaestogodišnjeg dječaka, koji se nakon zahvata uspješno oporavio. Liječnik Denys kasnije bilježi još jednu uspješnu transfuziju krvi. Danas se uspješnost ova dva zahvata pripisuje premaloj količini krvi koja je unijeta u pacijenta, što je omogućilo njihovim organizmima da se odupru alergijskim reakcijama. Toj teoriji doprinosi i slučaj gospodina Mauroya, koji je nakon treće transfuzije umro. Sve do početka 20. stoljeća svodilo se na pokušaje, te je faktor sreće imao veliku ulogu u preživljavanju pacijenta. 1901. godine Karl Landsteiner opisuje ABO sustav, a 1937. godine Aleksandar S. Winer Rh-faktor čime se omogućuju uspješne transfuzije i od tada krvne grupe imaju značajnu primjenu u medicini.

I danas su ljudske krvne grupe predmet mnogih istraživanjima. Postoje mnoge krvne grupe koje su različito definirane, ali osnovna podjela temelji se na prisutnosti ili odsutnosti određenih markera (ili antigena) na površini crvenih krvnih stanica, to jest eritrocita. Danas prema podacima ISBT (Internacional Society of Blood Transfusion) opisano je 30 sustava krvnih grupa čovjeka, od kojih je svakako najpoznatiji ABO sustav. Uz ABO sustav gotovo uvijek se veže Rhesus krvne grupe. Uz njih postoje još drugi sustavi nazvani po liječnicima koji su ih otkrili ili obiteljima u kojima su proučavani (npr. Kell, Lutheran, Diego, Duffy, Lewis, Kidd i drugi.)

U ovom radu potrudit ću se sustavno proći kroz najvažnije sustave krvnih grupa čovjeka s posebnim naglaskom na ABO sustav, te osvrnuti se na ulogu krvnih grupa u životu svakoga čovjeka.

2. K R V

Krv je crveno, tekuće vezivno tkivo koje protječe kroz srčano-krvožilni sustav. Sastoji se od krvnih tjelešaca (stanica) : eritrocita (crvenih krvnih stanica) , leukocita (bijelih krvnih stanica) te trombocita (krvnih pločica) i krvne plazme (blijeda tekućina, koju većinom čini voda (oko 90%) i proteini (oko 7%)). Krv je izuzetno bitna tekućina u našem tijelu koja omogućava prijenos kisika od pluća do svih dijelova tijela, preko koje izlučujemo štetne tvari, koja pomaže u održavanju homeostaze tijela te koja nas brani od različitih infekcija. U tijelu odraslog čovjeka je od 5 do 6 litara krvi, što čini oko 8% ukupne mase tijela.

2.1. Krvne grupe

Krvne grupe su identifikacijski element svake osobe, jer jedna kapljica krvi sadržava cijeli genetski kod ljudskog bića. „Naša krv sadrži i cijelu vječnost genetskog pamćenja, djeliće i komadiće jednoga posebnog programa koji su nama prenijeli naši preci – u kodovima koje još uvijek otkrivamo. Jedan se od tih kodova nalazi u našoj krvnog grupi.“ (D'Adamo, 2000. : 33).

Ljudska krv podijeljena je na krvne grupe na osnovi prisutnosti antigena (markera) koji se nalaze na površini eritrocita, to jest na površini crvenih krvnih stanica. U krvnim stanicama čovjeka, posebno na njihovim membranama, nalazi se stotine različitih antigena, od kojih je najmanje 30 dosta uobičajenih. Svaki antigen, bio on izričito specifičan ili tek neki uobičajeni, sposoban je katkada izazvati reakciju između antigena i protutijela. Dok će neke reakcije biti potpuno bezopasne za organizam, mogu se dogoditi i one koje su sposobne izazvati čak i smrt. Većina ovih „slabih“ antigena izazvat će manje reakcije, ali danas su oni važni za proučavanje nasljeđivanja gena (npr. testovi kojim se potvrđuje roditeljstvo ili srodstveni odnosi jedinki). Dvije skupine antigena mnogo češće od svih drugih izazivaju transfuzijske reakcije krvi. To su sustavi antigena A-B-O te sustav Rh, kojima ću se i najviše pozabaviti u ovom radu.

2.2. ABO krvna grupa








ABO sustav krvnih grupa jedan je od istraživanih genetičkih svojstava ljudske populacije. Bazira se na ekspresiji tri različita alela gena I koji se nalazi na dužem kraku devetog kromosoma. Aleli IA i IB su dominantni nad alelom IO, ali su kodominantni u odnosu jedan na drugi.

Tablica 1: Frekvencija alela u ljudskoj populaciji (podatci prema Roychoudhury and Neia; 1988.g)

alel	frekvencija u ljudskoj populaciji
O	0.46 – 1.0
A	0.0 – 0.5
B	0.0 – 0.34

Kao što je vidljivo u tablici alel O ima najveću frekvenciju, no on nije funkcionalan ili je slabo funkcionalan što znači da ne uzrokuje pojavu aglutinogena (antigen) 0 na površini eritrocita. Suprotno tome A i B uzrokuju pojavu jakih aglutinogena (antigena). Genetski gledano postoji šest kombinacija gena tj. šest mogućih genotipova OO, OA, OB, AA, AB, BB (vidi: tablica 3). Svaki čovjek pripada jednom od ovih šest genotipa. Dok fenotipski u ljudskoj populaciji razlikujemo 4 skupine: tip A kojeg karakteriziraju antigeni A vezani za površinu eritrocita i antitijela (aglutinini) b, tip B sa aglutininima a u krvnoj plazmi, te antigenima B na površini eritrocita. Tip AB specifičan je jer se na površini eritrocita nalaze oba tipa antigena (A i B), dok tip 0 nema niti jedne skupine antigena, zbog toga u krvnoj plazmi tipa O nalazimo oba tipa antitijela a i b.

Tablica 2: Krvne grupe ABO sustava

Blood Type (genotype)	Type A (AA, AO)	Type B (BB, BO)	Type AB (AB)	Type O (OO)
Red Blood Cell Surface Proteins (phenotype)	 A agglutinogens only	 B agglutinogens only	 A and B agglutinogens	 No agglutinogens
Plasma Antibodies (phenotype)	 b agglutinin only	 a agglutinin only	NONE. No agglutinin	 a and b agglutinin

2.3. Rhesus krvna grupa

Rhesus krvne grupe otkrili su Landsteiner i Wiener 1940. godine, kada su pokazali da antiserum dobiven ubrizgavanjem krvi majmuna *Macaca mullata* zecu, može aglutinirati eritrocite čovjeka. To jest krv zeca proizvodi antitijela na antigene D koji se nalaze na membrani crvenih krvnih stanica rhesus majmuna. Rhesus krvna grupa ima komplicirani oblik genetskog nasljeđivanja, uključujući šest najčešćih vrsta antigena Rh (C, D, E, c, d, e). Sve tri skupine antigeni su u dominantno-recesivnom odnosu prilikom nasljeđivanja. Jedan lokus, D, je jako važan po pitanju prirodne selekcije. Ovaj lokus ima 2 alela, D i d, pri čemu je D dominantan, a d recesivan. 85% osoba ljudske populacije nosi antigen D na eritrocitima, te su one dakle Rh pozitivne (DD ili Dd), dok samo 15% osoba ljudske populacije nema antigen d, to jest one su Rh negativne (recesivni homozigot dd). Zanimljivo je da su gotovo svi afrički crnci Rh-pozitivni, dok kod američkih crnaca koji je češće miješaju s drugim populacijama taj postotak je također iznad prosjeka (95%). U terminologiji kemije koja proučava krv i krvne stanice, anti D tijela mogu uništiti stanice s antigenima D na površini crvenih krvnih stanica.

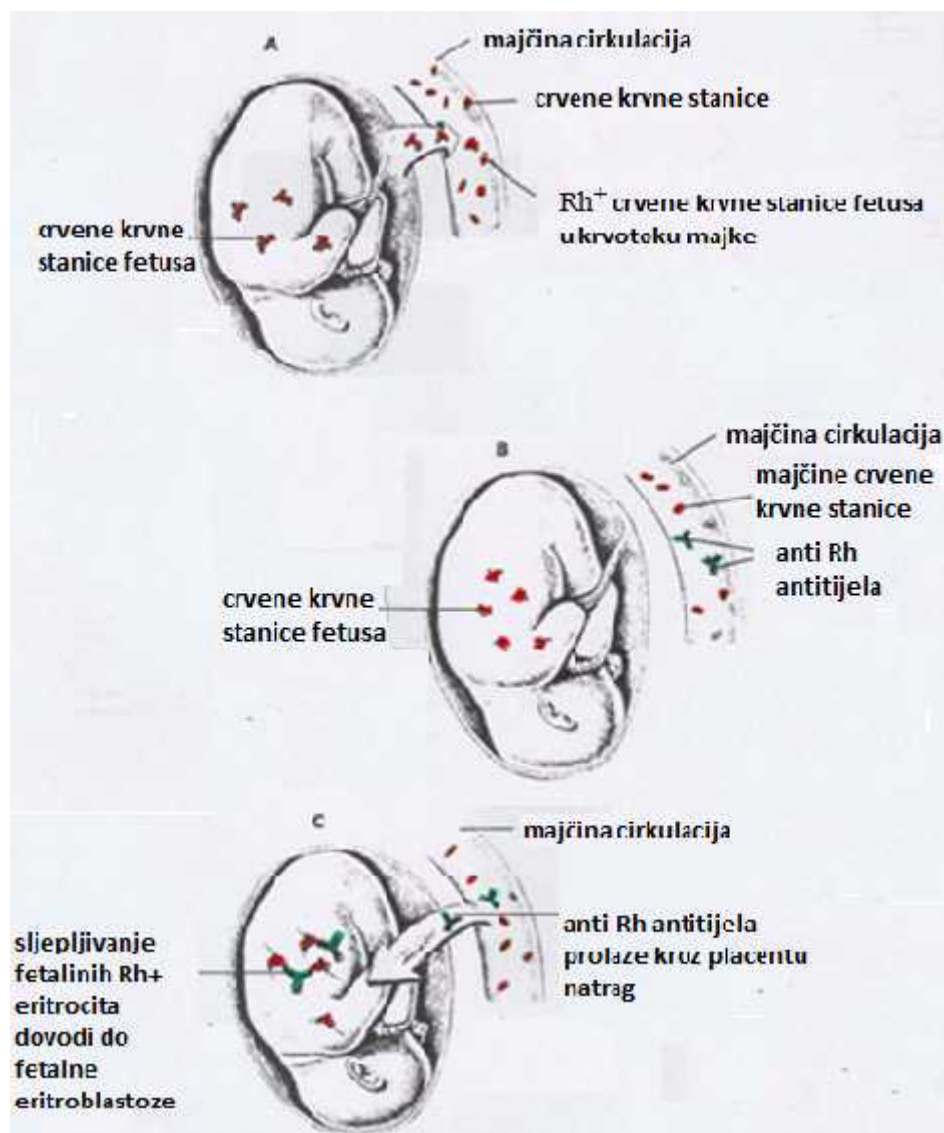
Dvije osobe različitih spolova mogu biti inkompatibilne zbog različitog Rh-faktora u krvi (tablica 6.1. Possible Rhesus- incompatible Matings; The Human Species; J.H.Relethford; 162.str.)

TABLE 6.1. Possible Rhesus-Incompatible Matings				
Mother		Father		Incompatible Mating
genotype	phenotype	genotype	phenotype	
<i>DD</i>	+	<i>DD</i>	+	<i>no</i>
<i>DD</i>	+	<i>Dd</i>	+	<i>no</i>
<i>DD</i>	+	<i>dd</i>	-	<i>no</i>
<i>Dd</i>	+	<i>DD</i>	+	<i>no</i>
<i>Dd</i>	+	<i>Dd</i>	+	<i>no</i>
<i>Dd</i>	+	<i>dd</i>	-	<i>no</i>
<i>dd</i>	-	<i>DD</i>	+	<i>yes, 100 %</i>
<i>dd</i>	-	<i>Dd</i>	+	<i>yes, 50%</i>
<i>dd</i>	-	<i>dd</i>	-	<i>no</i>

Selekcija za Rhesus krvnu grupu se provodi kroz tzv. Rhesusnu nespojivost tj. stanje u kojem trudna žena i njezin fetus (nerođeno dijete) imaju nekompatibilne/ nespojive Rhesusune krvne grupe. Rhesusna nespojivost događa se kada Rh-negativna majka (dd) ima Rh-pozitivan fetus (DD ili Dd) tj. kada je otac Rh-pozitivan (DD ili Dd) (tablica 6.1). Zbog dodira s fetusnim antigenima Rh+ u majci se stvaraju aglutinini anti-Rh koji kroz placentu (posteljicu) difundiraju u fetus i uzrokuju aglutinaciju eritrocita. Zanimljivo je da Rhesusna nespojivost neće naštetiti prvom Rh-pozitivnom fetusu, kojeg ta majka porađa, jer antitijela trebaju vremena da se proizvedu, zbog čega krv prvog fetusa neće biti oštećena. Problem nastaje za vrijeme druge trudnoće kada se kao posljedica ovih događaja javlja fetalna eritroblastozna ili hemolitička bolest novorođenčadi.

Jedan od pet brakova (20%) dogodi se između inkompatibilnih partnera, ali Rh-negativna majka koja rodi prvo Rh-pozitivno dijete obično ne stvori dovoljno aglutinina anti-Rh koji će nanijeti štetu budućoj djeci. Otprilike samo 3% drugorođene djece pokazuje neke od znakova fetalne eritroblastoze, a približno 10% trećerođene djece oboli. Bolest se prepoznaje po najčešćem simptomu – žutici. Žutica je posljedica aglutiniranih eritrocita koji se postupno hemoliziraju, te otpuštaju u hemoglobin u krv. Makrofagi fetusa tada pretvaraju hemoglobin u bilirubin, zbog

čega koža požuti. Protutijela mogu napadati i oštetiti i druge stanice u tijelu, ali to se događa znatno rjeđe. Hemopoetska tkiva djeteta pokušavaju nadoknaditi hemolizirane eritrocite, te se zbog brzog stvaranje eritrocita, iz koštane srži djeteta u krvni optok djeteta dospijeva mnogo nezrelih oblika eritrocita, uključujući i eritroblaste s jezgrom, zbog čega se ova bolest naziva i fetalna eritroblastoza.



Slika br. 1. Inkompatibilnost Rh-grupa majke i fetusa

- Stanje tijekom prve trudnoće
- Stvaranje Anti-Rh antitijela u krvotoku majke
- Događanja za vrijeme druge trudnoće

Danas je Rhesusna inkompatibilnost manji problem nego što je nekada bio, jer danas postoje tehnike kojima kontroliramo simptome ove pojave. U prošlosti, ovaj oblik anemije često je dovodio do smrti novorođenčeta. Sa evolucijskog gledišta, ovo je oblik prirodne selekcije protiv heterozigotne stanice. Prirodna selekcija protiv heterozigote uništava oba alela (D i d) u populaciji u jednakim omjerima, kako svaka heterozigota sadrži, po definiciji, jedan od svakoga alela (Dd). Uz dovoljno vremena, ovaj tip prirodne selekcije će rezultirati gubitkom alela koji je općenito manje učestali. Znači, tako bi se odvijala potpuna eliminacija jednog ili drugog alela. Iako je danas alel D relativno zastupljeniji u ljudskim populacijama, alel d nije u potpunosti iskorijenjen. Ovime se pokazuje da je prirodna selekcija nije jedini faktor koji utječe na evoluciju Rhesus krvnih grupa. U ovu evolucijsku priču značajno se je umiješao i čovjek sedamdesetih godina prošloga stoljeća kada je učestalost fetalne eritroblastoze drastično smanjena uporabom protutijela anti-D koji se trudnicama počinju davati između 28. i 30. tjedna trudnoće. Protutijela anti-D daju se i Rh-negativnim (dd) majkama poslije porođaja Rh-pozitivnog (DD ili Dd) djeteta, da bi se spriječila senzibilizacija majki na antigen D. Na kraju možemo zaključiti da u prirodi postoji jedna vrsta ravnoteže tj. selekcije koja vodi ka ravnoteži sa ciljem očuvanja alela d od izumiranja.

3. ULOGA I VAŽNOST KRVNIH GRUPA

Poznavanje sustava ABO neophodno je za uspješnu transfuziju krvi. Svaka transfuzija biti će inkompatibilna ako se krv davatelja (eritrociti) zgrušava u dodiru s krvlju primatelja (krvni serum). Budući da tip A ima u svom serumu antitijela B onda će milijuni eritrocita davatelja krvne grupe B biti zgrušano u kontaktu sa serumom tipa A što će zagušiti sitne krvne žilice, te uzrokovati zastoj u cirkulaciji, dovesti do teže bolesti, pa i smrti. Samo tip O može davati krv svim ostalim krvnim grupama (univerzalni davatelj) jer ne sadrži antigen na membrani koji bi bio napadnut antitijelima iz seruma primatelja, dok je tip AB univerzalni primatelja, jer nema antitijela u serumu koja bi odmah napala tuđe eritrocite drugačijeg tipa. U slučaju univerzalnog davatelja, serum krvne grupe O koji sadrži određenu količinu antitijela A i B biti će ubrzo razgrađen enzimima u krvi primaoca tako da će teže djelovanje reakcije antigen-antitijelo izostati.

U biti antitijela koja se nalaze u krvi organizma vrlo su bitna u prirodnoj selekciji, jer imunološki sustav jedinke bitno određuje i odgovor na mikroorganizme i na biokemijske supstance, ali i život same jedinke. Uz to krvne grupe kod ABO sustava određene su multiplim alelima što istraživanje čini još težim. No unatoč tome postoje različite studije o utjecaju krvne grupe na život i opstanak organizma.

U svakom slučaju, proces prirodne selekcije je kompleksan zbog širokog spektra mikroorganizama i njihovog odnosa sa ABO krvnim grupama. Iznesena je hipoteza da svaka krvna grupa više podliježe određenim bolestima od ostalih. Na primjer, krvna grupa A je osjetljivija na kozice, krvna grupa B na proljev kod dojenčadi i krvna grupa O je osjetljivija na kugu. Istraženo je da osobe krvne grupe O imaju veće šanse za dobivanje čira na želucu te duodenumu, što se povezuje s protutijelima, jer je otkriveno da su neki čirevi su zarazne prirode tj. da su uzrokovani bakterijama (mikrobiolog Beri Maršal i suradnici dobili su 2005. Nobelovu nagradu za otkriće uzročnika gastritisa, čira na želucu, duodenumu i karcinoma želuca izoliravši bakteriju *Helicobacter pylori*).

ABO krvne grupe također povezujemo s bolestima koja nisu zarazne prirode. Žene krvne grupe O, najučestalije među ljudima, imaju dvostruko veću

šansu ostati bez zdravih jajašaca i patiti od drugih problema povezanih s plodnošću. Istraživanje provedeno na Sveučilištu Yale i Albert Einstein College of Medicine u New Yorku pokazuje da žene s krvnom grupom 0 imaju niže rezerve jajašaca, nego žene neke druge krvne grupe. Rezerve zdravih jajašaca s godinama se smanjuju – novorođena djevojčica ih ima i do dva milijuna, u pubertetu oko 400.000, a kad prijeđe 40 godina tek nekoliko stotina.

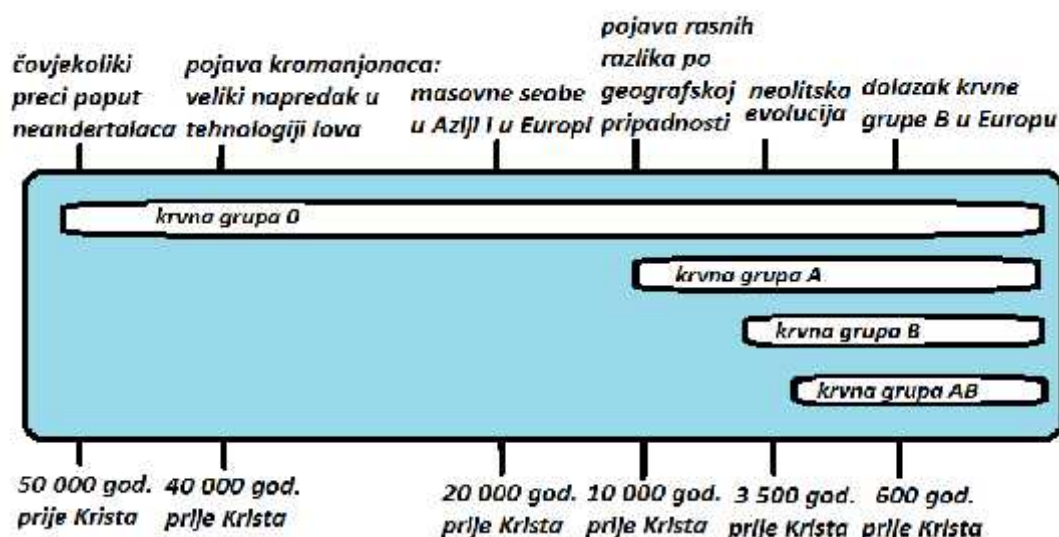
U ovo istraživanje su bile uključene 563 žene mlađe od 45 koje su se liječile od neplodnosti. Uspoređivali su njihove razine hormona koji stimulira folikule FSH. Ukoliko je razina FSH veća od 10, žena će imati problema sa začećem. A one s krvnom grupom 0 imaju dvostruko veće šanse da im razina FSH bude iznad 10. Žene kojima je razina FSH viša od 20 smatraju se neplodnima.

Dr. Edward Nejat, s Albert Einstein College of Medicine, kaže: "Ustanovili smo da su žene s krvnom grupom A i AB zaštićene od manjka zdravih jajašaca. No, one s krvnom grupom 0 imaju veću šansu da im se smanje rezerve jajašaca. Žene krvne grupe 0 nemaju A i B antigene."

Za prirodnu selekciju bitan je i odnos krvne grupe majke i fetusa, gdje može doći do fetalne inkompatibilnosti. Do nje može doći zbog različitih Rh faktora, što je već prethodno opisano, ali i kada fetus posjeduje antigen koji nije prisutan kod majke npr. ako majka ima A krvnu grupu, a fetus krvnu grupu B, zbog čega će majčina antitijela b uništavati fetusne crvene krvne stanice, što u dosta slučajeva dovodi do spontanog pobačaja. Ipak, postoji mogućnost selektivne prednosti u nekim nekompatibilnim trudnoćama. Botinni et al. (2001.g.) su se bavili proučavanjem krvnih grupa djece čije su majke u prošlosti imale spontane pobačaje i usporedili su ih sa krvlju djece čije su majke imale normalne trudnoće. Saznali su da je većina djece rođena od majki sa anti-B antitijelom. U ovom slučaju ABO nekompatibilne trudnoće kod kojih majke posjeduju anti-B antitijela su bile u nekom obliku prednosti. Botinni et al. su postavili tezu da postoji određeni oblik zaštićenog faktora u takvim trudnoćama, iako u potpunosti nije jasno kako sve zajedno funkcionira. Isto tako dokazano je da osobe krvne grupe A imaju veće šanse za dobivanje bilo kojeg oblika karcinoma kao i srčanog udara.

4. EVOLUCIJSKI RAZVOJ KRVNIH GRUPA

Prilagodba čovjeka na novonastale uvjete u čitavoj evoluciji bila je nužna da bi čovječanstvo opstalo. Ako se vratimo davno u prošlost, kada se je čovjek počeo seliti, te kada je bio primoran promijeniti načine prehrane uvjetima života, tada je došlo i do promjena u probavnom traktu, ali i imunološki sustavu koje su kasnije rezultirale pojavom novih krvnih grupa. Krvna grupa O je najstarija tip krvne grupe i smatra se da je takva krv bila u tijelu čovjekolikih predaka poput neandertalca. Ova grupa je najduže podnosila evolucijske promjene i bila sposobna prilagoditi se, te sve do razdoblja između 40 000 i 10 000 godina prije nove ere bila je jedini tip krvne grupe. Tada se javlja krvna grupa A, a paralelno u tom razdoblju dolazi i do pojave razlika po geografskoj pripadnosti. Nedugo zatim dolazi do daljnje evolucije, te se razvija i B tip krvne grupe, da bi se u zadnjem tisućljeću prije Krista javio i posljednji tip tj. tip AB (graf 1: Vremensko razgraničenje krvnih grupa i antropologije)



5. RASPROSTRANJENOST KRVNIH GRUPA

Danas kada je panmiksija ljudske vrste jača nego ikad prije u evolucijskoj povijesti, razdioba krvnih grupa postaje sve ujednačenija. No i dalje postoje neke pravilnosti koje možemo uočiti kod sličnih skupina. Tako je krvna grupa B najučestalija u Indiji (30.9 % + 1.1 %) i okolnim zemljama, dok joj udio pada kako odlazimo iz tog područja prema istoku i zapadu. Tako u Španjolskoj udio pada na jednoznaменkastu vrijednost od svega 8%. Isto tako smatra se da je krvna grupa B bila potpuno odsutna u populacijama američkih Indijanaca i australskih Aboriđina sve dok nisu počela miješanja s došljacima (danas unatoč sveprisutnima Europljanima i Azijatima na Australskom kontinentu, krvna grupa B zastupljena je s oko 10 %). Krvna grupa A oduvijek se vezala za Europu, posebice za Skandinaviju i Srednju Europu u kojoj i danas ima visoku frekvenciju (npr. u Norveškoj je zastupljenost krvne grupe A oko 50%), kao i u populaciji već spomenutih australskih Aboriđina. (vidi tablica br. 4.)

Tablica br. 4 : Udio krvnih grupa u najvećim populacijama svijeta

ABO and Rh blood type distribution by nation (population averages)									
Country	Population	O+	A+	B+	AB+	O-	A-	B-	AB-
Australia	21,262,641	40%	31%	8%	2%	9%	7%	2%	1%
Austria	8,210,281	30%	33%	12%	6%	7%	8%	3%	1%
Belgium	10,414,336	38%	34%	8.5%	4.1%	7%	6%	1.5%	0.8%
Brazil	198,739,269	36%	34%	8%	2.5%	9%	8%	2%	0.5%
Canada	33,487,208	39%	36%	7.6%	2.5%	7%	6%	1.4%	0.5%
Denmark	5,500,510	35%	37%	8%	4%	6%	7%	2%	1%
Estonia	1,299,371	30%	31%	20%	6%	4.5%	4.5%	3%	1%
Finland	5,250,275	27%	38%	15%	7%	4%	6%	2%	1%
France	62,150,775	36%	37%	9%	3%	6%	7%	1%	1%
Germany	82,329,758	35%	37%	9%	4%	6%	6%	2%	1%
Hong Kong	7,055,071	40%	26%	27%	7%	0.31%	0.19%	0.14%	0.05%
Iceland	306,694	47.6%	26.4%	9.3%	1.6%	8.4%	4.6%	1.7%	0.4%
India	1,166,079,217	36.5%	22.1%	30.9%	6.4%	2.0%	0.8%	1.1%	0.2%
Iran	77,891,220								
Ireland	4,203,200	47%	26%	9%	2%	8%	5%	2%	1%
Israel	7,233,701	32%	34%	17%	7%	3%	4%	2%	1%
Netherlands	16,715,999	39.5%	35%	6.7%	2.5%	7.5%	7%	1.3%	0.5%
New Zealand	4,213,418	38%	32%	9%	3%	9%	6%	2%	1%
Norway	4,660,539	34%	42.5%	6.8%	3.4%	6%	7.5%	1.2%	0.6%
Poland	38,482,919	31%	32%	15%	7%	6%	6%	2%	1%
Portugal	10,707,924	36.2%	39.8%	6.6%	2.9%	6.0%	6.6%	1.1%	0.5%
Saudi Arabia	28,686,633	48%	24%	17%	4%	4%	2%	1%	0.23%
South Africa	49,320,000	39%	32%	12%	3%	7%	5%	2%	1%
Spain	40,525,002	36%	34%	8%	2.5%	9%	8%	2%	0.5%
Sweden	9,433,875	32%	37%	10%	5%	6%	7%	2%	1%
Taiwan	24,000,000	43.9%	25.9%	23.9%	6.0%	0.1%	0.1%	0.01%	0.02%
Turkey	76,805,524	29.8%	37.8%	14.2%	7.2%	3.9%	4.7%	1.6%	0.8%
United Kingdom	61,113,205	37%	35%	8%	3%	7%	7%	2%	1%
United States	307,212,123	37.4%	35.7%	8.5%	3.4%	6.6%	6.3%	1.5%	0.6%
<u>Population-weighted mean</u>	(total population = 2,261,025,244)	36.44%	28.27%	20.59%	5.06%	4.33%	3.52%	1.39%	0.45%

6. LITERATURA

Relethford H. John : THE HUMAN SPECIES; An Introduction to Biological Anthropology; fifth edition, 159-166

Guyton C. Arthur and Hall E. John : MEDICINSKA FIZIOLOGIJA, udžbenik, 11.izdanje; Medicinska naklada; Zagreb, 2006.g. , 32. I 35. poglavlje

Adamo J. Peter i suradnici: 4 KRVNE GRUPE ZA 4 NAČINA PREHRANE ; posebno izdanje Agram Zagreb, 21-26

<http://www.scumdoctor.com/Croatian/nutrition/protein/Amino-Acids-For-Lactose-Intolerance.html>

<http://www.bloodlinkfoundation.org/abo-system.html>

http://bs.wikipedia.org/wiki/Krvne_grupe

http://en.wikipedia.org/wiki/Blood_type

<http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/Lactose+persistence>

<http://emedicine.medscape.com/article/797150-overview>

<http://www.plivazdravlje.hr/vijesti/clanak/19289/Studija-Krvne-grupe-utjecu-na-plodnost-zena.html>

<http://hr.wikipedia.org/wiki/Krv>

7. SAŽETAK

Krv je specifična tjelesna tekućina koja se sastoji od krvnih stanica i krvne plazme. Krvna grupa je klasificirana na temelju prisutnosti ili odsutnosti naslijeđenih antigena koji se nalaze na površini crvenih krvnih stanica. Dva najvažnija sustava krvnih grupa otkrili su Karl Landsteiner ABO sustav 1901 i Alexander S.Wiener Rh faktor 1937. ABO sustav je najvažniji sustav krvnih grupa u transfuziji ljudske krvi, dok ga slijedi Rh faktor za koji je najvažniji antigen D. Krvna grupa O je najstarija i najrasprostranjenija krvna grupa.

8. SUMMARY

Blood is a specialized bodily fluid consisting of blood cells and plasma. A blood type is a classification of blood based on the presence or absence of inherited antigenic substances on the surface of red blood cells. The two most significant blood group systems were discovered by Karl Landsteiner the ABO group in 1901 and in co-operation with Alexander S. Wiener the Rhesus group in 1937. The ABO system is the most important blood-group system in human-blood transfusion.. The Rh system is the second most significant blood-group system in human-blood transfusion with currently 50 antigens. The most significant Rh antigen is the D antigen. Blood type O is the oldest and most common blood type.